

BAB II

TINJAUAN UMUM TENTANG SAMPAH DAN PENGELOLAANNYA

I. Pengertian Sampah

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah merupakan konsep buatan manusia, dalam proses-proses alam tidak ada sampah, yang ada hanya produk-produk yang tak bergerak.

Sampah dapat berada pada setiap fase materi: padat, cair, atau gas. Ketika dilepaskan dalam dua fase yang disebutkan terakhir, terutama gas, sampah dapat dikatakan sebagai emisi. Emisi biasa dikaitkan dengan polusi.

Dalam kehidupan manusia, sampah dalam jumlah besar datang dari aktivitas industri (dikenal juga dengan sebutan limbah), misalnya pertambangan, manufaktur, dan konsumsi. Hampir semua produk industri akan menjadi sampah pada suatu waktu, dengan jumlah sampah yang kira-kira mirip dengan jumlah konsumsi.

II. Jenis-Jenis Sampah

1. Sampah Rumah Tangga

a. Sampah basah

Sampah jenis ini dapat diurai (*degradable*) atau biasa dikatakan membusuk. Contohnya ialah sisa makanan, sayuran, potongan hewan, daun kering dan semua materi yang berasal dari makhluk hidup.

b. Sampah kering

Sampah yang terdiri dari logam seperti besi tua, kaleng bekas dan sampah kierng nonlogam seperti kayu, kertas, kaca, keramik, batu-batuan dan sisa kain.

c. Sampah lembut

Contoh sampah ini adalah debu dari penyapuan lantai rumah, gedung, penggergajian kayu dan abu dari rokok atau pembakaran kayu.

d. Sampah besar

Sampah yang terdiri dari buangan rumah tangga yang besar-besar seperti meja, kursi, kulkas, televisi, radio dan peralatan dapur.

2. Sampah Komersial

Sampah yang berasal dari kegiatan komersial seperti pasar, pertokoan, rumah makan, tempat hiburan, penginapan, bengkel dan kios. Demikian pula dari institusi seperti perkantoran, tempat pendidikan, tempat ibadah dan lembaga-lembaga nonkomersial lainnya.

3. Sampah Bangunan

Sampah yang berasal dari kegiatan pembangunan termasuk pemugaran dan pembongkaran suatu bangunan seperti semen, kayu, batu-bata dan genting.

4. Sampah Fasilitas Umum

Sampah ini berasal dari pembersihan dan penyapuan jalan, trotoar, taman, lapangan, tempat rekreasi dan fasilitas umum lainnya. Contohnya ialah daun, ranting, kertas pembungkus, plastik dan debu.

III. Komposisi Sampah

Selain menurut jenisnya, sampah juga dikelompokkan menurut komposisinya yaitu **organik, kertas, logam, kaca, tekstil, plastik/karet**. Pengelompokkan jenis ini berguna untuk mengetahui persentase tiap-tiap komponen. Hal ini sangat terkait dengan upaya pengolahannya.

IV. Sistem Pengelolaan Sampah

Sistem pengelolaan sampah mencakup sub sistem pemrosesan dan pengolahan. Masing-masing perlu dikembangkan secara bertahap langsung sebagai bahan baku maupun sebagai sumber energi, sehingga tercipta keseimbangan dan keselarasan antar sub-sistem, baik dalam pengoperasian maupun pembiayaannya. Untuk memperoleh *economies of scale* dari sinkronisasi sub sistem yang lain, maka dalam perencanaan dan implementasinya, berbagai upaya terkait dengan upaya peningkatan efektivitas dan efisiensi dalam pembiayaan dan operasionalnya harus menjadi prioritas utama.

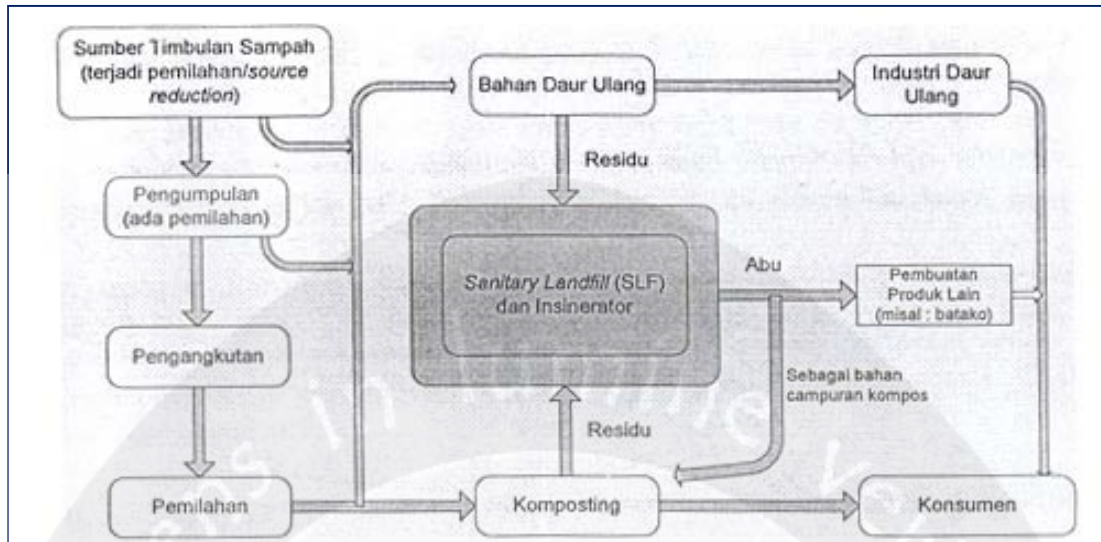
Pola pengelolaan sampah hendaknya dikembangkan dengan pemrosesan lebih lanjut untuk menjadikan sampah sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan, baik di tingkat kawasan maupun di TPA, sehingga sampah yang akan di urug ke dalam tanah di minimalkan.

Dengan melihat karakteristik dan komposisinya, sampah berpotensi memberikan nilai ekonomi, misalnya bila diolah menjadi bahan kompos dan bahan daur ulang. Namun potensi nilai ekonomi ini hendaknya harus dilihat secara proposional dan lebih mengedepankan prinsip agar sistem yang dipilih dapat berkesinambungan. Dilihat dari komposisi sampah, maka sebagian besar sampah kota di Indonesia adalah tergolong sampah hayati, atau secara umum dikenal sebagai sampah organik. Sampah yang tergolong hayati ini untuk kota-kota besar bisa mencapai 70% dari total sampah, dan sekitar 28% adalah sampah non hayati yang menjadi obyek aktivitas pemulung, mulai dari sumber sampah sampai ke TPA. Sisanya sekitar 2% tergolong lain-lain seperti B3 yang perlu dikelola tersendiri. Jenis sampah dengan persentase organik yang tinggi sangat cocok diolah menjadi kompos, sumber gasbio dan sejenisnya. Sedang komponen anorganik mempunyai potensi sebagai bahan daur ulang yang juga cukup potensial seperti plastik, kertas, logam/kaleng, kaca, karet. Berdasarkan kenyataannya tersebut, akan lebih baik bila pengurangan jumlah sampah dilakukan melalui proses pengolahan sampah yang terpadu.

Pembangunan system persampahan yang lengkap dan dikelola secara terpadu, selain memerlukan modal investasi awal yang cukup besar, juga memerlukan kemampuan manajemen operasional yang baik. Untuk mewujudkan maksud tersebut dapat dijalin hubungan kerjasama antar daerah dan atau bermitra usaha dengan sector swasta yang potensial dan berpengalaman. Kerjasama kemitraan dapat mempercepat proses penyediaan sarana dan prasarana dengan cakupan pelayanan yang lebih luas dan peningkatan dalam mutu pelayanannya. Sistem pengelolaan yang dikembangkan harus sensitif dan akomodatif terhadap aspek komposisi dan karakteristik sampah dan kecenderungan perubahannya di masa mendatang. Sistem pengelolaan sampah harus disesuaikan dengan pergeseran nilai sampah (waste shifting values) yang selama ini dianggap sebagai bahan buangan yang tidak bermanfaat, bergeser nilainya dengan bahan-bahan bernilai bila diolah menjadi kompos dan bahan daur ulang dan daur pakai.

Pengelolaan sampah terpadu secara konseptual digambarkan pada diagram 1 di bawah⁴. Diagram tersebut merupakan skema pengelolaan sampah yang terdapat di negara maju. Tahapan-tahapan yang ada menitikberatkan pada macam perolehannya.

⁴ www.wordpress.com



Bagan 2.1 Pengelolaan Sampah Terpadu
(sumber: www.tsabitahblog.blogspot.com)

1. Metode Pengolahan Sampah

Berdasarkan titik berat perolehannya, terdapat dua macam metode pengolahan sampah yaitu metode yang menitikberatkan pada *penggunaan bahan* dan metode yang menitikberatkan pada *perolehan energi*⁵.

a. Metode yang menitikberatkan penggunaan bahan

- **Pemilahan**

Metode ini bertujuan untuk memisahkan sampah berdasarkan komposisinya agar tidak menjadi satu. Pemilahan mempunyai dua tujuan. *Pertama*, mendapatkan bahan mentah berkualitas tinggi. *Kedua*, mendapatkan bahan mentah sekunder dengan kandungan energi tinggi.

- **Daur ulang**

Daur ulang atau *recycling* adalah mengembalikan suatu sisa barang dari proses produksi ke dalam siklus produksi. Kegiatan ini dibagi menjadi tiga jenis yaitu *reuse* (menggunakan ulang untuk tujuan yang sama), *reutilization* (menggunakan lagi untuk keperluan yang berbeda) dan *recovery* (mendapatkan bahan dasar kembali).

⁵ Widyatmoko, H., Moerdjoko, S. *Menghindari, Mengolah dan Menyingkirkan Sampah*. 2002. Abdi Tandur: Yogyakarta. Hlm. 32.

- **Pengomposan**

Proses mengolah sampah organik menjadi kompos yang berguna untuk memperbaiki kesuburan tanah.

- **Pryolisis untuk menghasilkan sintesis**

Pryolisis adalah suatu cara menghancurkan bahan padat atau cair tanpa menggunakan gas. Padatan akan terurai menjadi fragmen-fragmen yang lebih kecil. Pryolisis dapat mengubah sekitar 50% padatan menjadi cairan yang 95% beratnya adalah senyawa aromatik.

b. Metode yang menitikberatkan pada perolehan energi

- **Pryolisis**

Selain menghasilkan cairan, 50% dari padatan juga menghasilkan gas (yang sebagian besar campuran metan, etan dan prophan). Gas yang dihasilkan bukan energi yang bisa disimpan, melainkan sebagai panas yang harus digunakan lagi atau dikonversikan menjadi energi lain.

- **Incinerator**

Pembakaran sampah (*incineration*) bertujuan untuk mereduksi volume buangan padat. Teknologi ini dapat mengurangi volume sampah hingga 97% dan bobot hingga 70%. Panas hasil pembakaran dipakai untuk menghasilkan energi.

- **Sampah sebagai bahan bakar**

Bahan bakar dari metode ini diperoleh fraksi organik sampah. Fraksi organik tersebut selanjutnya *dipress* hingga menyerupai bahan bakar batu bara. Jumlah kandungan panas bahan ini memang hanya setengahnya dari batu bara, namun memiliki kandungan debu lebih kecil dari batu bara.

c. Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Selain pengolahan berdasarkan titik berat perolehan (perolehan bahan atau energi), terdapat satu metode lagi yang hanya menimbun sampah pada di tempat tertentu yang dinamakan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sampah yang ada pada TPA dikumpulkan dari sampah yang ada dari berbagai macam sumber sampah dalam suatu kawasan. Awalnya, sistem yang ada pada TPA adalah membiarkan sampah ditimbun secara terbuka (*open dumping*) tanpa pemrosesan lebih lanjut. Dalam rangka mengurangi pencemaran udara, air dan tanah serta penyebaran penyakit melalui debu dan lalat dari cara ini, maka

saat ini digalakkan penggantian sistem *open dumping* menjadi sistem lahan uruk saniter (*sanitary landfill*).

Pada *sanitary landfill*, sampah dimasukkan ke dalam lahan yang sudah dilengkapi fundamen yang kedap air serta saluran untuk lindi dan gas. Sampah yang menumpuk itu kemudian dipadatkan dengan alat berat, lalu ditutup dengan tanah penutup. Setelah itu dipadatkan lagi, di atasnya ditempatkan sampah, ditutup dengan tanah, demikian seterusnya. Agar lindi (cairan yang berasal dari sampah ataupun yang menyertai sampah ketika sampah itu dibuang) tidak menembus keluar dan mencemari lingkungan, maka *sanitary landfill* dibuat di atas tanah berpermukaan rendah atau permukaan tanah dikeruk dahulu sehingga terbentuk dinding yang dapat berfungsi untuk menahan dan mengurangi kebocoran air lindi. Kedalaman kerukan tanah ini tidak boleh sejajar atau lebih dalam daripada permukaan air tanah. Sesuai dengan SNLT-11-1994-03, jaraknya dengan permukaan air tanah adalah >3 m.

Tanah yang telah dikeruk dilapisi tanah liat yang dipadatkan setebal 3 m. Lapisan ini disebut **lapisan dasar**. Di atas lapisan dasar tersebut dilapisi lagi dengan **lapisan mineral** yang terdiri dari paling sedikit 3 lapisan lempung dan jenis mineral yang berbeda-beda misalnya bentonit, monmorilonit dan zeolith. Meskipun lapisan mineral terletak di atas lapisan dasar, kadang kala disebut sebagai **subgrade** (lapisan paling bawah). Lapisan mineral ini sangat pekat terhadap air. Dibutuhkan waktu 1 tahun hanya untuk menembus 3,2 mm lapisan.

Di atas lapisan mineral adalah **lapisan yang tahan terhadap asam** yaitu polyethylen, polyester dan pasir untuk melindungi pipa pengumpul lindi setebal 10 cm. Mulai dari lapisan mineral, semua lapisan dibuat sedemikian rupa sehingga permukaan lapisan teratas bergelombang menyerupai atap rumah dengan kemiringan melintang $\geq 3\%$ dan memanjang $< 1\%$, dengan masuk agar lindi dapat terkumpul di bagian yang rendah dan masuk ke dalam pipa pengumpul lindi melalui lubang-lubang sepanjang dinding pipa tersebut. Pipa pengumpul lindi terbuat dari PVC. Dinding pipa dilubangi dan dikelilingi kerikil sebagai penyalur lindi ke dalam pipa.

Di atas lapisan ini barulah diletakkan lapisan sampah yang telah dipadatkan (kepadatan $0,8-1,2 \text{ ton/m}^3$) yang kurang lebih sesuai dengan kepadatan air (1 ton/m^3). Jadi, 1 ton sampah membutuhkan volume sekitar $1,25 \text{ m}^3$. Setelah timbunan sampah mencapai ketebalan antara 2-2,5 m, dimulailah urutan pengurukan dan pelapisan lagi dengan urutan menyerupai lapisan dasar. Demikian seterusnya sampai akhirnya TPA

mencapai ketinggian tertentu dan akhirnya ditutup dengan tanah yang bisa ditanami (topsoil).

2. Pengomposan

Proses Pengomposan

Seperti dijelaskan di atas tadi, pengomposan pengolahan sampah organik menjadi kompos yang berguna untuk memperbaiki kesuburan tanah. Pada bagian ini akan dijabarkan dengan lebih detail mengenai teknik pengomposan.

Berbeda dengan proses pengolahan sampah yang lainnya, dalam pengomposan, baik bahan baku, tempat pembuatan maupun cara pembuatan dapat dilakukan oleh siapapun dan dimanapun. Kompos dapat digunakan untuk tanaman hias, tanaman sayuran, tanaman buah-buahan maupun tanaman padi disawah. Bahkan hanya dengan ditaburkan diatas permukaan tanah, maka sifat-sifat tanah tersebut dapat dipertahankan atau dapat ditingkatkan. Apalagi untuk kondisi tanah yang baru dibuka, biasanya tanah yang baru dibuka maka kesuburan tanah akan menurun. Oleh karena itu, untuk mengembalikan atau mempercepat kesuburannya maka tanah tersebut harus ditambahkan kompos.

Menurut Unus⁶, banyak faktor yang mempengaruhi proses pembuatan kompos, baik biotik maupun abiotik. Faktor –faktor tersebut antara lain :

a. Pemisahan bahan : bahan-bahan yang sekiranya lambat atau sukar untuk didegradasi/diurai, harus dipisahkan/diduakan, baik yang berbentuk logam, batu, maupun plastik. Bahkan, bahan-bahan tertentu yang bersifat toksik serta dapat menghambat pertumbuhan mikroba, harus benar-benar dibebaskan dari dalam timbunan bahan, misalnya residu pestisida.

b. Bentuk bahan : semakin kecil dan homogen bentuk bahan, semakin cepat dan baik pula proses pengomposan. Karena dengan bentuk bahan yang lebih kecil dan homogen, lebih luas permukaan bahan yang dapat dijadikan substrat bagi aktivitas mikroba. Selain itu, bentuk bahan berpengaruh pula terhadap kelancaran difusi oksigen yang diperlukan serta pengeluaran CO₂ yang dihasilkan.

c. Nutrien : untuk aktivitas mikroba di dalam tumpukan sampah memerlukan sumber nutrien Karbohidrat, misalnya antara 20% - 40% yang digunakan akan diasimilasikan menjadi komponen sel dan CO₂, kalau bandingan sumber nitrogen dan sumber

⁶ Unus, Suriawiria. (2002). *Pupuk Organik Kompos dari Sampah*. Bioteknologi Agroindustri. Bandung : Humaniora Utama Press.

Karbohidrat yang terdapat di dalamnya (C/N-resio) = 10 : 1. Untuk proses pengomposan nilai optimum adalah 25 : 1, sedangkan maksimum 10 : 1

d. Kadar air bahan tergantung kepada bentuk dan jenis bahan, misalnya, kadar air optimum di dalam pengomposan bernilai antara 50 – 70, terutama selama proses fasa pertama. Kadang-kadang dalam keadaan tertentu, kadar air bahan bisa bernilai sampai 85%, misalnya pada jerami.

Disamping persyaratan di atas, masih diperlukan pula persyaratan lain yang pada pokoknya bertujuan untuk mempercepat proses serta menghasilkan kompos dengan nilai yang baik, antara lain, homogenitas (pengerjaan yang dilakukan agar bahan yang dikomposkan selalu dalam keadaan homogen), aerasi (suplai oksigen yang baik agar proses dekomposisi untuk bahan-bahan yang memerlukan), dan penambahan starter (preparat mikroba) kompos dapat pula dilakukan, misalnya untuk jerami.

Agar proses pengomposan bisa berjalan secara optimum, maka kondisi saat proses harus diperhatikan. Kondisi optimum proses pengomposan bisa dilihat pada Tabel 1.

Bahan Baku Kompos Sampah

Proses pengomposan atau membuat kompos adalah proses biologis karena selama proses tersebut berlangsung, sejumlah jasad hidup yang disebut mikroba, seperti bakteri dan jamur, berperan aktif. Dijelaskan lebih lanjut agar peranan mikroba di dalam pengolahan bahan baku menjadi kompos berjalan secara baik, persyaratan-persyaratan berikut harus dipenuhi :

1. Kadar air bahan baku : daun-daun yang masih segar atau tidak kering, kadar airnya memenuhi syarat sebagai bahan baku. Dengan begitu, daun yang sudah kering, yang kadar airnya juga akan berkurang, tidak memenuhi syarat. Hal tersebut harus diperhatikan karena banyak pengaruhnya terhadap kegiatan mikroba dalam mengolah bahan baku menjadi kompos. Seandainya sudah kering, bahan baku tersebut harus diberi air secukupnya agar menjadi lembab.

2. Bandingan sumber C (Karbon) dengan N (zat lemas) bahan. Bandingan ini umumnya disebut rasio/bandingan C/N. Dengan bandingan tersebut proses pengomposan berjalan baik dengan menghasilkan kompos bernilai baik pula, paling tinggi 30, yang artinya kandungan sumber C berbanding dengan kandungan sumber N = 30 : 1. Sebagai contoh, kalau menggunakan jerami sebagai bahan baku kompos, nilai rasio C/N -nya berkisar 15 – 25, jadi terlalu rendah. Karena itu, bahan baku tersebut harus dicampur dengan benar agar nilai rasio C/N-nya berkisar 30. Misalnya, lima bagian sampah yang terdiri atas daun-daunan dari pekarangan dicampur dengan dua bagian kotoran kandang,

akan mencapai nilai rasio C/N mendekati 30, atau lima bagian sampah tersebut dicampur dengan lumpur selokan (lebih kotor akan lebih baik) sebanyak tiga bagian, juga akan mencapai rasio C/N sekitar 30. Sementara itu, untuk jerami, lima bagian jerami harus ditambah dengan tiga bagian kotoran kandang, atau kalau tidak ada dengan empat bagian Lumpur sedotan sehingga nilai rasio C/N-nya akan mendekati 30.

Tempat Pengomposan

Tempat pengomposan tergantung kondisi serta luas lahan (pekarangan rumah) yang dapat disiapkan untuk pembuatan kompos⁷. Dengan demikian, bentuk tempat pengomposan dapat bermacam-macam, antara lain :

1. Berbentuk lubang dengan ukuran 100 x 75 x 50 cm atau 2,5 x 1 x 1 m (panjang, lebar, dan tinggi), bisa lebih, bisa juga kurang, tergantung kepada lahan yang dapat digunakan sebagai tempat pembuatan kompos, serta bahan baku yang akan dibuat atau diproses. Bentuk lubang mudah dibuat. Selain itu, setiap bahan baku yang akan dimasukkan hanya tinggal dijatuhkan ke dalamnya. Namun, kejelekan dari tempat berbentuk lubang ini ialah kalau musim hujan akan tergenang air sehingga proses pengomposan akan terhambat. Tambahan pula, bahan sukar untuk dicampurkan sampai merata.

2. Berbentuk bak, baik dengan dinding yang terbuat dari batu bata (tembok), dari bambu, dari kayu ataupun dari bahan-bahan lainnya. Kebaikan dari tempat ini ialah mudah untuk mencampurkan bahan, tidak tergenang air di musim hujan. Adapun kejelekannya, memerlukan biaya yang cukup mahal untuk membuat dinding.

3. Pada permukaan tanah saja, artinya timbunan bahan baku langsung ditempatkan pada permukaan tanah tanpa lubang atau dinding. Dengan cara ini pencampuran bahan baku agar rata mudah dilakukan. Selain itu, tidak tergenang air, tetapi sangat mudah diganggu oleh binatang, misalnya ayam, atau binatang lain, seperti tikus dan celurut yang senang berdiam pada timbunan sampah.

Penggunaan *Effective Microorganisms 4* (EM4) Dalam Pengomposan

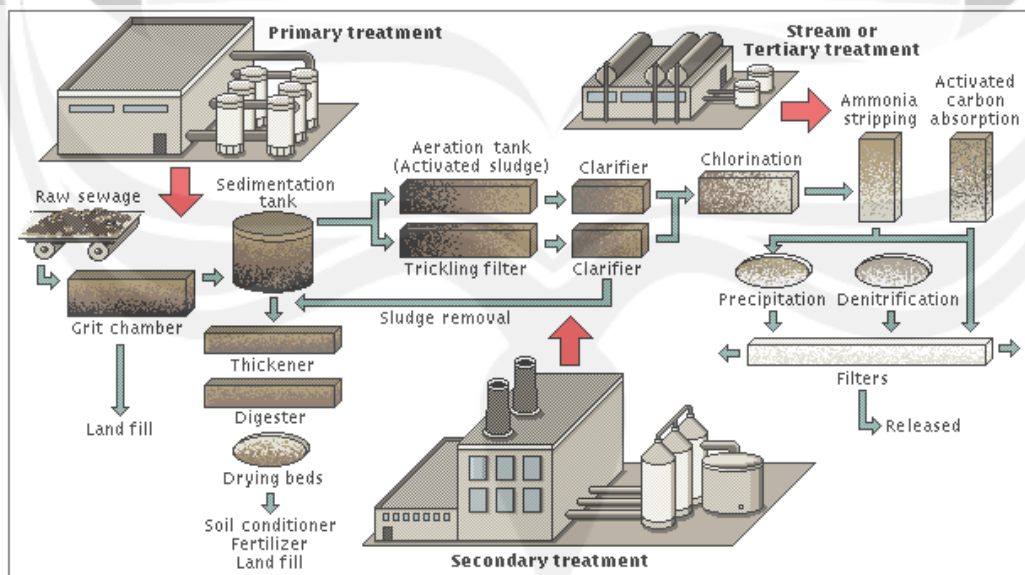
Effective Microorganisms 4 (EM4) merupakan kultur campuran dalam medium cair berwarna coklat kekuningan, berbau asam dan terdiri dari mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesuburan tanah. Adapun jenis mikroorganisme yang berada dalam EM4 antara lain : *Lactobacillus* sp., Khamir, *Actinomyces*, *Streptomyces*. Selain

⁷ Wied, Hary Apriaji. (2004). *Memproses Sampah*. Jakarta : Penebar Swadaya

memfermentasi bahan organik dalam tanah atau sampah, EM4 juga merangsang perkembangan mikroorganisme lainnya yang menguntungkan bagi kesuburan tanah dan bermanfaat bagi tanaman, misalnya bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfat dan mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap penyakit tanaman. EM4 dapat digunakan untuk pengomposan, karena mampu mempercepat proses dekomposisi sampah organik⁸. Setiap bahan organik akan terfermentasi oleh EM4 pada suhu 40 - 50° C. Pada proses fermentasi akan dilepaskan hasil berupa gula, alkohol, vitamin, asam laktat, asam amino, dan senyawa organik lainnya serta melarutkan unsur hara yang bersifat stabil dan tidak mudah bereaksi sehingga mudah diserap oleh tanaman. Proses fermentasi sampah organik tidak melepaskan panas dan gas yang berbau busuk, sehingga secara naluriah serangga dan hama tidak tertarik untuk berkembang biak di sana. Hasil proses fermentasi tersebut disebut bokashi.

3. Pengolahan Lindi

Sebetulnya hingga saat ini belum terdapat teknologi pengolahan khusus untuk lindi. Hanya saja, sistemnya bisa mengacu pada *wastewater treatment* karena bagaimanapun, lindi merupakan cairan yang mengandung bahan beracun sampah seperti obyek yang diolah pada *wastewater treatment*.



Gambar 2.1 Wastewater Treatment

(sumber: Microsoft Encarta Premium DVD 2009)

⁸ Sugihmoro. (1994). *Penggunaan Effective Microorganism 4 (EM4) dan Bahan Organik pada Tanaman Jahe (Zingiber Officinale Rose) Jenis Badak. Skripsi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor

Pada *raw sewage*, terkumpul air yang mengandung limbah baik dari rumah tangga maupun proses industrial. Dalam *treatment plant*, air limbah melewati serangkaian pemeriksaan, ruang-ruang filtrasi dan proses kimiawi untuk mengurangi racun. Terdapat tiga tahapan proses dalam pengolahan ini. Pada *primary treatment*, sejumlah unsur solid dan non organik dipisahkan dari air limbah. Lalu pada *secondary treatment*, baru memisahkan unsur organik dengan meningkatkan proses biologis alami. Yang terakhir *tertiary treatment* dilakukan ketika air hasil pengolahan tadi hendak digunakan sebagai air bersih. 99% unsur solid dibuang dan berbagai proses kimiawi dilakukan untuk memastikan bahwa air sudah semurni mungkin.

V. Jenis-Jenis Teknologi Pengolahan Sampah Berdasarkan APEC

Berdasarkan “Seminar Teknologi Lingkungan” yang diselenggarakan oleh *Steering Committee* Akselerasi Pertukaran Teknologi Lingkungan, APEC, secara garis besar terdapat 2 macam teknologi pengolahan sampah yaitu teknologi pembakaran (*incineration*) dan teknologi fermentasi metana.

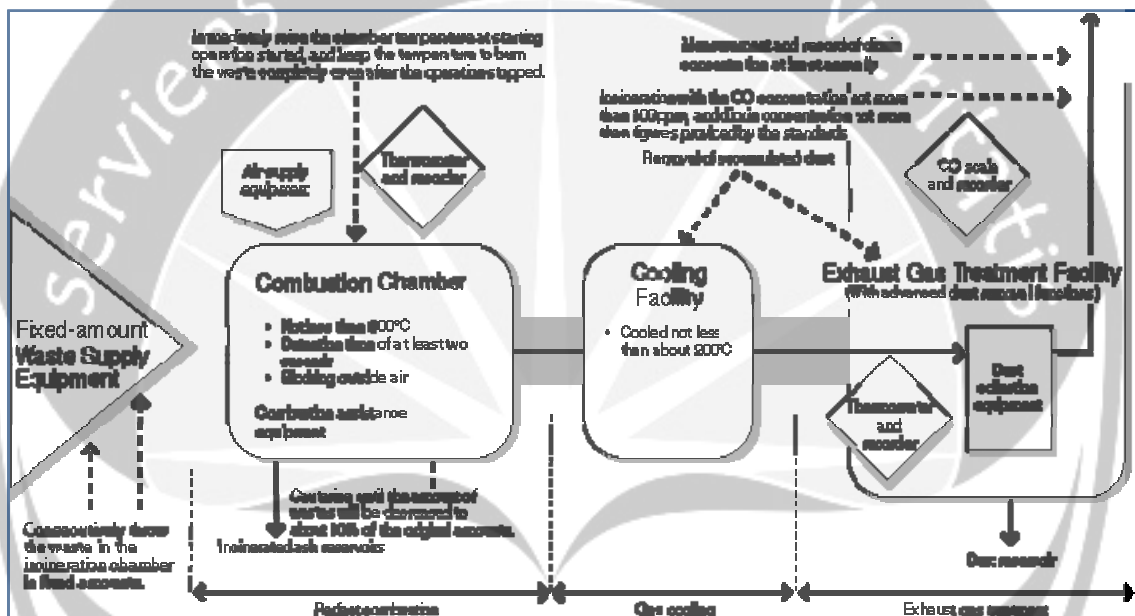
1. Teknologi Pembakaran

Teknologi pembakaran atau insinerasi menggunakan tungku sebagai media pembakarnya. Pada fasilitas insinerasi terdapat bagian-bagian berikut.

Teknologi Pembakaran Stoker merupakan bagian utama fasilitas pembakaran, terdiri dari fasilitas *receiving* dan *supply*, fasilitas pembakaran, fasilitas pendinginan gas pembakaran, fasilitas pengolahan gas emisi, fasilitas pembangkit listrik, fasilitas pemanfaatan panas sisa, fasilitas pengeluaran abu, serta pengolahan air buangan. Tungku pembakaran yang menjadi jantung fasilitas pembakaran, dari formatnya dapat dibagi menjadi *tipe stoker* dan *tipe aliran dasar*. Tipe stoker adalah *mainstream* tungku pembakaran, memiliki sejarah panjang, dan jumlah fasilitasnya jauh lebih banyak. Dengan stoker yang bergerak ke depan-belakang sampah diaduk, untuk pengeringan dan pembakaran digunakan berbagai macam tungku dari tipe kecil hingga ke yang besar. Selain itu, pada tipe aliran dasar bentuk tungku pembakaran dapat dibagi menjadi tungku aliran berlawanan, tungku aliran tengah, dan tungku aliran searah. Bentuk tungku yang digunakan untuk pembakaran berbeda-beda tergantung karakter sampah yang dijadikan obyek.

Tungku Pelelehan Berbahan Bakar Gas. Agenda permasalahan tungku pembakaran sampah yang sudah ada adalah pengurangan beban lingkungan dan penggalakan penarikan barang yang diperlukan pada proses pengolahan. Tetapi, akhir-akhir ini, permasalahan ini memiliki prospek pemecahan tungku pelelehan berbahan bakar gas dilirik kembali karena kuatnya dorongan kebutuhan akan pengurangan kuantitas emisi dioksin, serta tuntutan cost down yang dikeluarkan untuk pelelehan abu mengingat proses pelelehan abu bakaran sudah menjadi umum. Sebagai formatnya, ada 3 jenis tungku pelelehan berbahan bakar gas: tipe fluida dasar, tipe kiln, serta tipe tungku shaft.

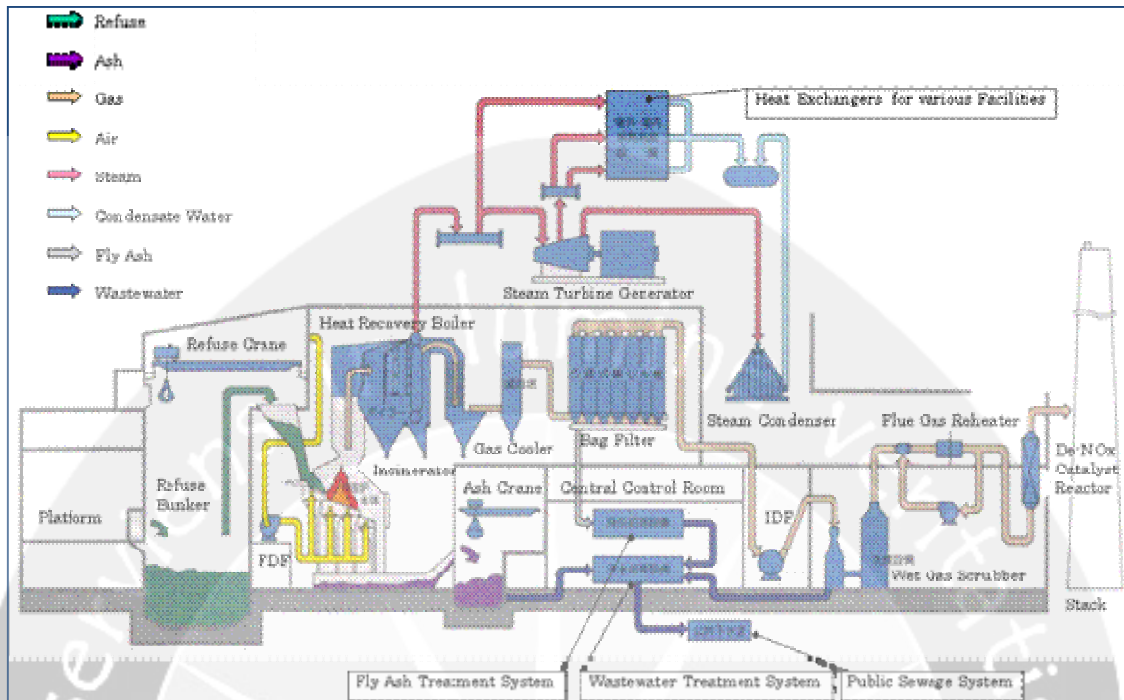
Struktur fasilitas insenerasi dan *maintenancenya* digambarkan melalui skema berikut⁹.



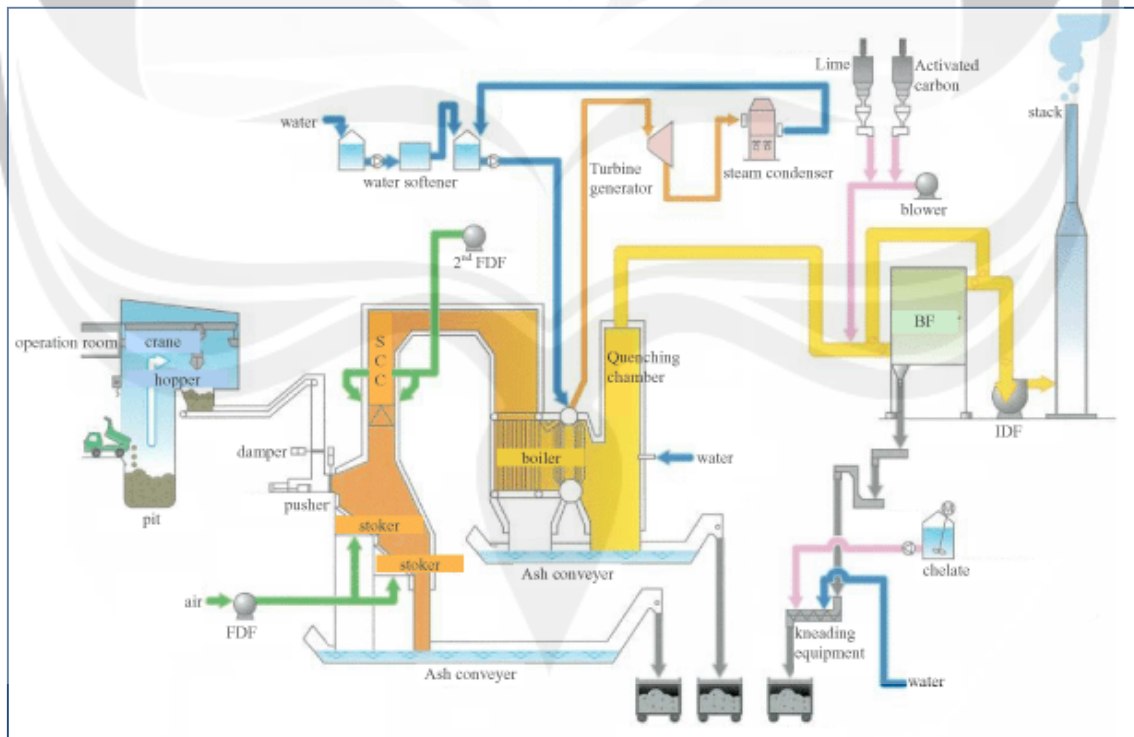
Bagan 2.2 Skema Struktur Fasilitas Insinerasi
(sumber: www.mhlw.go.jp/english/wp/wp-hw)

⁹ www.mhlw.go.jp/english/wp/wp-hw

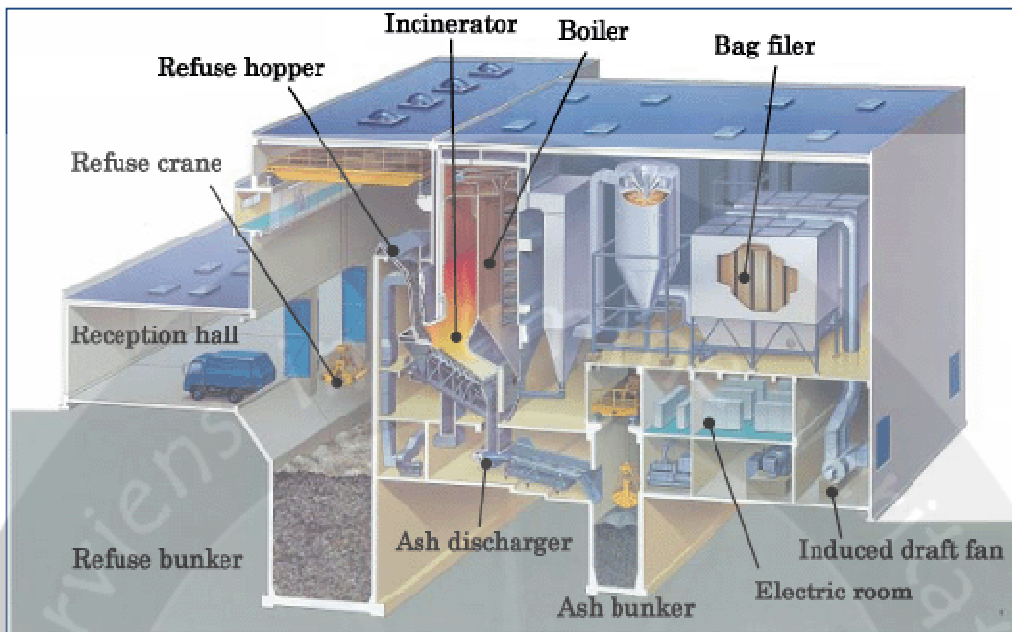
Berikut ini adalah sistem umum insinerator dalam gambar skematik.



Gambar 2.2 Sistem Solid Waste Insinerator Tipe 1
(sumber: www.takuma.co.jp/english/westfig_G-1-3.gif)



Gambar 2.3 Sistem Solid Waste Insinerator Tipe 2
(sumber: www.takuma.co.jp/english/westfig_I-1-2.gif)



Gambar 2.4 Sistem Solid Waste Insinerator , Aksonometrik
(sumber: www.gec.jp/WASTE/data/img/westfig_K-4-3.gif)

2. Teknologi Fermentasi Metana

Teknologi fermentasi gas metana merupakan pemanfaatan biomass sumber daya alam dapat diperbaharui. Sampah dapur serta air seni, serta isi *septic tank* diolah dengan fermentasi gas metana dan diambil biomassnya untuk menghasilkan listrik, lebih lanjut panas yang ditimbulkan juga turut dimanfaatkan. Sedangkan residunya dapat digunakan untuk pembuatan kompos. Karena sampah dapur mengandung air 70 – 80 %, sebelum dibakar, kandungan air tersebut perlu diuapkan. Di sini, dengan pembagian berdasarkan sumber penghasil sampah dapur serta fermentasi gas metana, dapat dihasilkan sumber energi baru dan ditingkatkan efisiensi termal secara total.

VI. Kriteria Penentuan Lokasi Pembuangan Sampah

Penentuan tempat akhir pembuangan (TPA) sampah harus mengikuti persyaratan dan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan pemerintah melalui SNI nomor 03-3241-1994 tentang tata cara pemilihan lokasi TPA sampah. Kriteria penentuan lokasi TPA sampah sudah pernah dikaji oleh tim peneliti dari Kelompok Keilmuan Inderaja dan SIG serta peneliti dari Pusat Penginderaan Jauh ITB dengan rekan-rekan dari Teknik Lingkungan ITB untuk studi kasus cekungan Bandung.

Persyaratan didirikannya suatu TPA ialah bahwa pemilihan lokasi TPA sampah harus mengikuti persyaratan hukum, ketentuan perundang-undangan mengenai pengelolaan lingkungan hidup, analisis mengenai dampak lingkungan, ketertiban umum, kebersihan kota / lingkungan, peraturan daerah tentang pengelolaan sampah dan perencanaan dan tata ruang kota serta peraturan-peraturan pelaksanaannya.

Adapun ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi untuk menentukan lokasi TPA ialah sebagai berikut (SNI nomor 03-3241-1994) :

1. Ketentuan Umum

Pemilihan lokasi TPA sampah harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. TPA sampah tidak boleh berlokasi di danau, sungai, dan laut.
2. Penentuan lokasi TPA disusun berdasarkan 3 tahapan yaitu :
 - Tahap regional yang merupakan tahapan untuk menghasilkan peta yang berisi daerah atau tempat dalam wilayah tersebut yang terbagi menjadi beberapa zona kelayakan
 - Tahap penyisih yang merupakan tahapan untuk menghasilkan satu atau dua lokasi terbaik diantara beberapa lokasi yang dipilih dari zona-zona kelayakan pada tahap regional
 - Tahap penetapan yang merupakan tahap penentuan lokasi terpilih oleh instansi yang berwenang.
3. Jika dalam suatu wilayah belum bisa memenuhi tahap regional, pemilihan lokasi TPA sampah ditentukan berdasarkan skema pemilihan lokasi TPA sampah.

2. Kriteria

Kriteria pemilihan lokasi TPA sampah dibagi menjadi tiga bagian :

1. *Kriteria regional*, yaitu kriteria yang digunakan untuk menentukan zona layak atau tidak layak sebagai berikut :
 - a) Kondisi geologi
 - tidak berlokasi di zona *holocene fault*.
 - tidak boleh di zona bahaya geologi.
 - b) Kondisi hidrogeologi
 - tidak boleh mempunyai muka air tanah kurang dari 3 meter.
 - tidak boleh kelulusan tanah lebih besar dari 10^{-6} cm / det.
 - jarak terhadap sumber air minum harus lebih besar dari 100 meter di hilir aliran.

- dalam hal tidak ada zona yang memenuhi kriteria-kriteria tersebut diatas, maka harus diadakan masukan teknologi.
- c) Kemiringan zona harus kurang dari 20%.
- d) Jarak dari lapangan terbang harus lebih besar dari 3.000 meter untuk penerbangan turbojet dan harus lebih besar dari 1.500 meter untuk jenis lain
- e) Tidak boleh pada daerah lindung / cagar alam dan daerah banjir dengan periode ulang 25 tahun

2. *Kriteria penyisih*, yaitu kriteria yang digunakan untuk memilih lokasi terbaik yaitu terdiri dari kriteria regional ditambah dengan kriteria berikut :

- a) Iklim
 - hujan intensitas hujan makin kecil dinilai makin baik
 - angin : arah angin dominan tidak menuju ke pemukiman dinilai makin baik
- b) Utilitas : tersedia lebih lengkap dinilai lebih baik
- c) Lingkungan biologis :
 - habitat : kurang bervariasi dinilai makin baik
 - daya dukung : kurang menunjang kehidupan flora dan fauna, dinilai makin baik
- d) Kondisi tanah
 - produktivitas tanah : tidak produktif dinilai lebih tinggi
 - kapasitas dan umur : dapat menampung lahan lebih banyak dan lebih lama dinilai lebih baik
 - ketersediaan tanah penutup : mempunyai tanah penutup yang cukup dinilai lebih baik
 - status tanah : makin bervariasi dinilai tidak baik
- e) Demografi : kepadatan penduduk lebih rendah dinilai makin baik
- f) Batas administrasi : dalam batas administrasi dinilai makin baik
- g) Kebisingan : semakin banyak zona penyangga dinilai semakin baik
- h) Bau : semakin banyak zona penyangga dinilai semakin baik
- i) Estetika : semakin tidak terlihat dari luar dinilai makin baik
- j) Ekonomi : semakin kecil biaya satuan pengelolaan sampah (per m³ / ton) dinilai semakin baik.

3. *Kriteria penetapan*, yaitu kriteria yang digunakan oleh instansi yang berwenang untuk menyetujui dan menetapkan lokasi terpilih sesuai dengan kebijaksanaan instansi yang berwenang setempat dan ketentuan yang berlaku.

VII. Identifikasi Preseden Tempat Pengelolaan Sampah

Citra negatif masyarakat mengenai suatu tempat yang berhubungan dengan sampah sangat dipengaruhi kondisi fisik tempat tersebut. Mengacu pada bab 3 mengenai pengelolaan sampah di Yogyakarta, citra negatif yang berhubungan dengan kondisi fisik adalah bau yang menyengat, kesan kumuh karena sampah yang ada berceceran dan tersebar di mana-mana, serta tidak ada penataan yang teratur dalam mekanisme penanganannya.

Untuk menyelesaikan persoalan fisik terutama secara visual yaitu tata ruang dan fasad akan digunakan studi preseden pusat pengelolaan sampah yang sudah ada di negara maju dan diakui masyarakatnya sebagai tempat pengelolaan sampah yang jauh dari kesan kumuh. Preseden yang digunakan sesuai dengan yang sudah dipaparkan secara singkat pada bab dua yaitu *Naka Waste Incineration Plant* dan *Maishima Incineration and Water Treatment Plant*. Kedua bangunan tersebut telah membuktikan bahwa melalui arsitektur, citra negatif sekaligus persepsi masyarakat terhadap tempat pengolahan limbah tersebut dapat berubah menjadi lebih baik. Berikut ini akan dianalisis elemen-elemen yang mempengaruhi citra tersebut.

1. Geometri

Pada *Naka Waste Incineration*, bangunan tersusun dari kubus-kubus yang tersusun rapat (masif). Bukaan yang ada juga berupa kotak yang sejajar dengan bangunan. Semuanya tertata menjadi satu kesatuan yang utuh dan teratur sehingga terlihat rapi.



Gambar 2.5 Fasad Naka Waste Incineration Plant

(sumber: www.arch-hiroshima.net/800px-Naka_Waste_Incineration_Plant_01)



Gambar 2.6 Bentuk Bangunan Maishima Incineration and Water Treatment Plant

(sumber: www.osaka.jp/kankyojigyo/english/index.htm)

Sementara itu pada *Maishima Incineration and Water Treatment Plant*, geometrinya lebih beragam. Selain unsur kotak, pada beberapa bagian juga terdapat bentuk-bentuk bulat (lingkaran) serta kurva-kurva pada bukaan.

2. Warna dan Tekstur

Naka Waste Incineration cenderung memiliki warna yang seragam yang memberi kesan terang. Warna terang dari logam dipadukan dengan aksen gelap di beberapa bagian menjadikannya tidak monoton. Pada bagian *ecorium* seperti gambar di samping, warna kayu yang agak gelap dipadukan dengan dinding kaca menjadikannya berkesan elegan.

Berbeda dengan *Naka Waste Incineration* memadukan sedikit warna, *Maishima Incineration and Water Treatment Plant* menggunakan kombinasi berbagai macam warna menjadikannya terkesan ramai. Namun dari keramaian ini, kesan suram mengenai sampah ataupun sebagai pabrik dapat dihindarkan. Sebaliknya justru terlihat seperti sebuah taman yang menyenangkan.

3. Pencahayaan

Naka Waste Incineration banyak memanfaatkan cahaya alami di siang hari pada hampir sebagian besar ruang yang memungkinkan. Cahaya tersebut memantul secara halus melalui kaca pada partisi antar ruang sehingga menghasilkan bayangan ruang yang membuatnya terlihat lebih luas.



Gambar 2.7 Ecorium Naka Waste Incineration Plant

(sumber: www.arch-hiroshima.net/800px-Naka_Waste_Incineration_Plant_03)

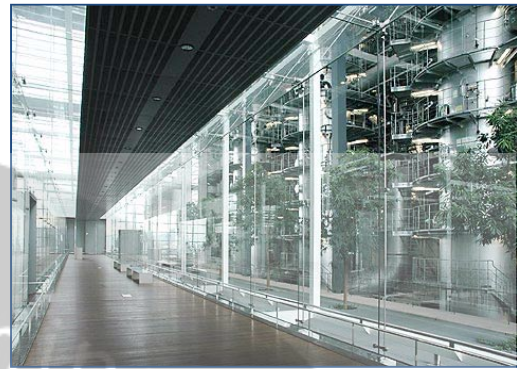


Gambar 2.8 Fasad Maishima Incineration and Water Treatment Plant

(sumber: www.osaka.jp/kankyojigyo/english/index.htm)



Gambar 2.9 Reception Hall Naka Waste Incineration Plant
(sumber: www.arch-hiroshima.net/800px-Naka_Waste_Incineration_Plant_04)



Gambar 2.10 Ecorium Naka Waste Incineration Plant
(sumber: www.arch-hiroshima.net/800px-Naka_Waste_Incineration_Plant_05)

Pencahayaannya buatan pada malam hari juga diatur sedemikian rupa sehingga memberi kesan yang anggun pada bangunan ini.



Gambar 2.11 Exterior Naka Waste Incineration Plant
(sumber: www.arch-hiroshima.net/800px-Naka_Waste_Incineration_Plant_06)

4. Tatahan

Terdapat beberapa perulangan garis pada *Naka Waste Incineration* misalnya pada terali jendela maupun pada rangka *ecorium* pada *entrance*-nya. Garis-garis pada bangunan tersusun sejajar maupun tegak lurus.



Gambar 2.12 Garis Horizontal Naka Waste Incineration Plant

(sumber: Analisis Penulis)



Gambar 2.13 Garis Vertikal Naka Waste Incineration Plant

(sumber: Analisis Penulis)

Pada *Maishima Incineration and Water Treatment Plant*, bentuk-bentuk yang beragam tersebut juga mengalami perulangan sehingga tidak menimbulkan kesan kacau ataupun terpisah-pisah.

Dari uraian di atas, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam perancangan bangunannya adalah:

- Bangunan tersusun dari geometri dasar ataupun kombinasi berbagai bentuk yang disusun menjadi satu kesatuan misalnya dengan adanya perulangan.
- Warna yang digunakan bisa menggunakan warna monokrom yang terang dengan aksent gelap pada beberapa bagian ataupun menggunakan kombinasi lebih dari satu beberapa warna cerah.
- Pemanfaatan cahaya alami pada interior.
- Partisi pada interior yang masih memberi kesan lapang misalnya dengan material kaca.